

2001P27205



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 197 07 263 A 1**

(51) Int. Cl. 6:  
**G 01 D 18/00**  
G 01 P 3/44

35

DE 197 07 263 A 1

(21) Aktenzeichen: 197 07 263.1  
(22) Anmeldetag: 24. 2. 97  
(43) Offenlegungstag: 27. 8. 98

(71) Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:  
Draxelmayr, Dieter, Dipl.-Ing. Dr., Villach, AT

(56) Entgegenhaltungen:

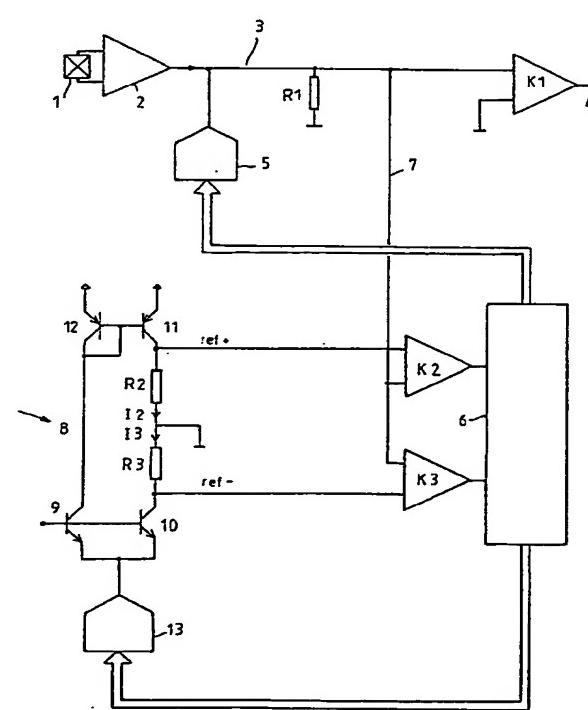
DE 44 01 949 C1  
DE 1 95 04 871 A1  
DE 44 01 525 A1  
DE 43 10 384 A1  
DE 39 43 386 A1  
DE 36 40 242 A1  
DE 35 36 020 A1  
DE 34 29 854 A1  
DE 34 18 906 A1  
DE 34 10 292 A1  
DE 32 01 811 A1  
DE 30 46 797 A1  
DE 24 57 520 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) **Selbstkalibrierende Sensoranordnung**

(57) Die Erfindung betrifft eine selbstkalibrierende Sensoranordnung mit einem Sensor (1) und einer im Ausgangskreis (3) des Sensors (1) liegenden Kalibrierschaltung zur Einstellung von Schaltpunkten. Die Kalibrierschaltung stellt einen Offset im Ausgangskreis (3) mittels eines Offset-D/A-Umsetzers (5) derart ein, daß die Schaltpunkte mit Referenzwerten zusammenfallen. Der Offset-D/A-Umsetzer (5) ist über eine Kalibrierlogik (6) angesteuert.



DE 197 07 263 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine selbstkalibrierende Sensoranordnung mit einem Sensor und einer im Ausgangskreis des Sensors liegenden Kalibrierschaltung zur Einstellung von Schaltpunkten.

Zur Erfassung der Bewegung bzw. des Lagezustandes von rotierenden Teilen werden bekanntlich Sensoren verwendet. Beispiele hierfür sind Kurbelwellen-, Nockenwellen-, Getriebe- und ABS-Sensoren in Automobilen.

Als solche Sensoren werden vorzugsweise Hall-Sensoren eingesetzt, die die Veränderung eines Magnetfeldes abtasten. Hierzu wird beispielsweise ein Permanentmagnet an einem ortsfesten Teil angebracht, um ein magnetisches Feld zu erzeugen. Diese magnetische Feld wird dann von einem Zahnräder oder einem anderen ferromagnetischen Geber, das bzw. der an dem rotierenden Teil befestigt ist, je nach Lage moduliert. Der Hall-Sensor befindet sich dabei vorzugsweise zwischen dem Permanentmagnet und dem Zahnräder bzw. Geber und kann so Schwankungen des magnetischen Feldes detektieren. Liegt beispielsweise ein Zahn des Zahnrades im Magnetfeld, so wird ein "hohes" Ausgangssignal geliefert, während eine Lücke zwischen den Zähnen ein "niedriges" Ausgangssignal bedingt. Auf diese Weise kann aus dem von dem Hall-Sensor abgegebenem Signal auf die Lage bzw. Stellung eines rotierenden Teiles geschlossen werden.

Das von einem Sensor gelieferte Signal wird wesentlich durch die Betriebsbedingungen beeinflußt, unter denen der Sensor eingesetzt wird. Diese Betriebsbedingungen umfassen unvermeidbare Unwegbarkeiten, wie beispielsweise Arbeitstemperatur oder Größe des Luftspaltes usw. Trotz der durch die Betriebsbedingungen hervorgerufenen Schwankungen sollte der Sensor ein möglichst gut definiertes Ausgangssignal liefern. Das heißt, das Ausgangssignal sollte unabhängig von den durch die Betriebsbedingungen hervorgerufenen Schwankungen einen wohl definierten Verlauf haben. Die Ursache hierfür ist die folgende:

Liefert eine Sensoranordnung beispielsweise ein sinusförmiges Signal, so kann ein gut definiertes Verhalten eines durch die Sensoranordnung gesteuerten Systems dann erhalten werden, wenn Schaltvorgänge im System, die vom Ausgangssignal des Sensors abhängen, in den Nulldurchgängen dieses Signales vorgenommen werden. Diese Nulldurchgänge sind nämlich unabhängig von der jeweiligen Signalamplitude und besitzen außerdem eine große Flankensteilheit.

Selbstverständlich kann bei anderen Signalformen des Ausgangssignals des Sensors eventuell auch ein anderer Schaltpunkt als ein Nulldurchgang bzw. die Signalmitte von Vorteil sein.

Bei der Auswertung des Ausgangssignales eines Sensors zum Schalten eines über diesen Sensor gesteuerten Systems sollte also ein Schaltpunkt unabhängig von der Signalamplitude des Ausgangssignals des Sensors eingehalten werden, was selbst für sehr langsame Signale gilt.

Im einzelnen ist in VDI Berichte 1287, 1996, Seiten 583 bis 611, "Eine neue Generation von "Hall-Effekt"-Zahrsensoren: Vorteile durch die Verbindung von BIMos Technologie und neben Verpackungsrezepten" eine Sensoranordnung beschrieben, bei der zunächst die Amplitude des Ausgangssignals eines Sensors gegebenenfalls mit Hilfe eines Analog/Digital(A/D)-Umsetzers normiert wird. Sodann werden mit Hilfe von zwei weiteren A/D- und D/A-Umsetzern die Signalspitzenwerte erfaßt. Hieraus wird sodann eine Schaltschwelle abgeleitet und festgelegt. Auf diese Weise kann schließlich ein Systemverhalten erreicht werden, das im wesentlichen unabhängig von Temperatur-

schwankungen und der Breite des Luftspaltes ist. Der für diese Sensoranordnung erforderliche Aufwand ist jedoch relativ groß, da eine Verstärkungsanpassung und zahlreiche A/D-Umsetzer benötigt werden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine selbstkalibrierende Sensoranordnung zu schaffen, die bei geringem Aufwand Schaltvorgänge in ausgewählten Punkten eines Ausgangssignales einer Sensors zuverlässig ausführt.

- 10 Diese Aufgabe wird bei einer selbstkalibrierenden Sensoranordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kalibrierschaltung einen Offset (bzw. eine Versetzung) im Ausgangskreis derart einstellt, daß die Schaltpunkte mit Referenzwerten zusammenfallen.
- 15 Vorzugsweise dient ein Offset-D/A-Umsetzer zur Einstellung des Offsets im Ausgangskreis, während eine Detektorschaltung aus einem Stromteiler und einem Stromspiegel Signalspitzen des Ausgangssignals des Sensors erfaßt und dazu dient, mittels Widerständen einen vorher bestimmten Schaltpunkt einzustellen. Damit bleibt dieser vorher bestimmte Schaltpunkt unabhängig von der Amplitude des Ausgangssignals und damit beispielsweise unabhängig von der Breite des Luftspaltes konstant.

Zwischen dem Offset-D/A-Umsetzer und der Detektorschaltung liegt eine Kalibrierlogik, die von Komparatoren angesteuert ist, denen die Ausgangssignale des Stromteilers und des Stromspiegels einerseits und das Ausgangssignal des Sensors andererseits zugeführt sind.

Die erfindungsgemäße selbstkalibrierende Sensoranordnung ist äußerst einfach aufgebaut, wobei zusätzliche Fehlerquellen, wie sie etwa durch Rauschen entstehen, ausgeschlossen sind.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, in deren einziger Figur ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen selbstkalibrierenden Sensoranordnung gezeigt ist.

Eine Hall-Sonde 1 speist über einen Verstärker 2 ein Ausgangssignal zu einem Ausgangskreis 3, in welchem ein Widerstand R1 gelegen ist, der einen Stromausgang als Ausgangssignal in eine Spannung umwandelt. Selbstverständlich ist auch eine andere Gestaltung der Schaltung möglich, bei der ein Spannungsausgang als Ausgangssignal einem Spannungssummiervstärker zugeführt wird.

Über einen ersten Komparator K1, der aus Gründen der Störunterdrückung vorzugsweise mit einer Hysterese ausgestattet ist, wird schließlich ein Ausgangssignal an einem Ausgangsanschluß 4 abgegeben.

Mittels einer Kalibrieranordnung aus insbesondere einem Offset-D/A-Umsetzer 5, der von einer Kalibrierlogik 6 angesteuert ist, wird der Offset bzw. die Versetzung des Ausgangssignals des Verstärkers 2 so eingestellt, daß der vorbestimmte Schaltpunkt genau bei einer Referenzspannung, beispielsweise Masse, zu liegen kommt. Dieser vorbestimmte Schaltpunkt, also beispielsweise die Signalmitte, wie dies eingangs erläutert wurde, wird mittels eines Spannungsteilers aus Widerständen R2 und R3 eingestellt. Damit ist gewährleistet, daß der Schaltpunkt unabhängig von der Signalamplitude bzw. der Breite des Luftspaltes konstant bleibt. Der Schaltungsaufbau des Ausgangskreises 3 ist äußerst einfach, so daß zusätzliche Fehlerquellen, wie sie beispielsweise durch Rauschen entstehen, praktisch ausgeschlossen sind.

Das Ausgangssignal der Hall-Sonde 1 bzw. des Verstärkers 2 wird über eine Leitung 7 im Ausgangskreis 3 abgegriffen und Eingängen von Komparatoren K2 und K3 zugeführt, an deren anderen Eingängen Spannungen ref+ und ref- von einer Transistor-Hilfsschaltung aus einem Stromteiler und einem Stromspiegel 8 liegen. In die Widerstände

R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub> werden daher gleiche Ströme eingespeist. Mit Hilfe des Verhältnisses der Widerstandswerte der Widerstände R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub> kann dann eine Signalmittenlage eingestellt werden. Wenn nämlich beispielsweise die Widerstandswerte der Widerstände R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub> sowie die dort jeweils fließenden Ströme 12 und 13 gleich groß sind, so liegen die Spannungen ref+ und ref- symmetrisch um das Bezugspotential, das im vorliegenden Fall Masse ist. Der Schaltpunkt liegt also dann in der Signalmitte.

Gilt beispielsweise für die Widerstandswerte der Widerstände R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub> die folgende Beziehung: R<sub>2</sub> = 2 × R<sub>3</sub> und I<sub>2</sub> = I<sub>3</sub>, dann ist die Spannung ref+ doppelt so weit entfernt vom Bezugspotential wie die Spannung ref-. In diesem Fall liegt der Schaltpunkt dann bei 1/3 des Signalhubes.

Der Stromteiler bzw. der Stromspiegel weist außerdem noch Transistoren 9, 10, 11, 12 auf, wobei die Basis des Transistors 9 mit einer Vorspannung beaufschlagt ist und die Emitter der Transistoren 11 und 12 mit einer Spannungsquelle verbunden sind.

Die Kalibrierlogik 6 arbeitet nun in der folgenden Weise: Wenn vom Ausgangssignal des Verstärkers 2 im Ausgangskreis 3 weder die Schaltschwelle des Komparators K<sub>2</sub> noch die Schaltschwelle des Komparators K<sub>3</sub> erreicht werden, liegt offensichtlich ein kleines Signal vor. In diesem Fall wird der Strom durch einen am Ausgang der Kalibrierlogik 6 liegenden Verstärkungs-D/A-Umsetzer 13, der mit den Emittoren der Transistoren 9, 10 verbunden ist, verringert.

Wird dagegen sowohl die Schaltschwelle des Komparators K<sub>2</sub> als auch die Schaltschwelle des Komparators K<sub>3</sub> durch das Ausgangssignal im Ausgangskreis 3 überschritten, so ist das Signal groß, was bedeutet, daß der Strom durch den Verstärkungs-D/A-Umsetzer 13 erhöht werden muß.

Spricht schließlich nur einer der beiden Komparatoren K<sub>2</sub> und K<sub>3</sub> auf das Ausgangssignal im Ausgangskreis 3 an, so ist die Signallage unsymmetrisch, und der Offset-D/A-Umsetzer 5 muß nachgeregelt werden.

Im eingeschwungenen Zustand der Sensoranordnung ist die Lage der Spannungen ref+ und ref- so, daß sie die Signalspitzen des Ausgangssignales des Verstärkers 2 im Ausgangskreis 3 widerspiegeln. Zusätzlich ist der Offset des Ausgangssignales so geregelt, daß der ausgezeichnete Schaltpunkt genau beim Bezugspotential, beispielsweise Masse, zu liegen kommt.

Es sei noch angemerkt, daß eventuelle Änderungen in der Verstärkungsanpassung, also in dem Verstärkungs-D/A-Umsetzer 13, keinen Einfluß auf den Schaltpunkt haben, da dieser Signalpfad hiervon entkoppelt ist. Es ist also eine gute Reproduzierbarkeit des Ausgangssignales gewährleistet, was besonders für Kurbelwellen-Sensoren von Bedeutung ist.

Der Takt für die Kalibrierlogik 6 kann vom Ausgangssignal im Ausgangskreis 3 abgeleitet werden. Dies ist möglich, wenn vorausgesetzt wird, daß die Sensoranordnung insgesamt kalibriert ist, oder zumindest die Startwerte der Sensoranordnung zu einer regulären, wenn auch nicht genauen Funktion führen. Gegebenenfalls kann in einer Startphase ein Hilfstakt zugeführt werden, der den Offset von dem Offset-D/A-Umsetzer so lange verschiebt, bis am Ausgangskreis 3 ein Signal erscheint, wobei anschließend auf den "normalen" Betrieb umgeschaltet wird. Damit ist ein Anlaufen auch mit relativ ungünstigen Startwerten möglich.

Gegebenenfalls kann zu dem Ausgangskreis 3 noch ein Parallelpfad vorgesehen werden, der das Verhalten im unkalihierten Zustand festlegt. Zusätzlich kann auch daran gedacht werden, einmal ermittelte Kalibrierwerte in einem permanenten Speicher, wie beispielsweise einem EEPROM oder einer Fuse, abzulegen und diese Werte sodann bei ei-

nem erneuten Anlaufen der Sensoranordnung im unkalihierten Fall zu verwenden.

#### Patentansprüche

1. Selbstkalibrierende Sensoranordnung mit einem Sensor (1) und einem im Ausgangskreis (3) des Sensors (1) liegenden Kalibrierschaltung (6, 8, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, 13), dadurch gekennzeichnet, daß die Kalibrierschaltung einen Offset im Ausgangskreis (3) derart einstellt, daß die Schaltpunkte mit Referenzwerten zusammenfallen.
2. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß einem Offset-D/A-Umsetzer (5), der den Offset im Ausgangskreis (3) einstellt, eine Detektorschaltung (8) zur Ermittlung von Signalspitzen im Ausgangssignal des Sensors (1) nachgeschaltet ist.
3. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorschaltung aus einem Stromteiler (R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>) und einem Stromspiegel (9 bis 12) besteht.
4. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Offset-D/A-Umsetzer (5) und der Detektorschaltung (8) eine Kalibrierlogik (6) liegt, die von Komparatoren (K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>) angesteuert ist, denen die Ausgangssignale des Stromteilers und des Stromspiegels (8) einerseits und das Ausgangssignal des Sensors andererseits zugeführt sind.
5. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Kalibrierlogik (6) und dem Stromteiler sowie dem Stromspiegel ein Verstärkungs-D/A-Umsetzer (13) angeordnet ist.
6. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Ausgangskreis (3) ein Widerstand (R<sub>1</sub>) und ein Komparator (K<sub>1</sub>) vorgesehen sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

